

La production de biohydrogène à partir de substrats carbohydratés: Etat de l'art



Beckers Laurent*, Hiligsmann Serge, Hamilton Christopher,
Masset Julien, Thonart Philippe

Centre Wallon de Biologie Industrielle / Walloon Centre for Industrial Biology.

University of Liege, B40. B-4000 Sart-Tilman. BELGIUM

Faculty of Agricultural Sciences. Passage des Déportés, 2 B-5030 Gembloux. BELGIUM

web: www.microH2.ulg.ac.be - mail: lbeckers@ulg.ac.be - tel: +32(0)4.366.39.99.



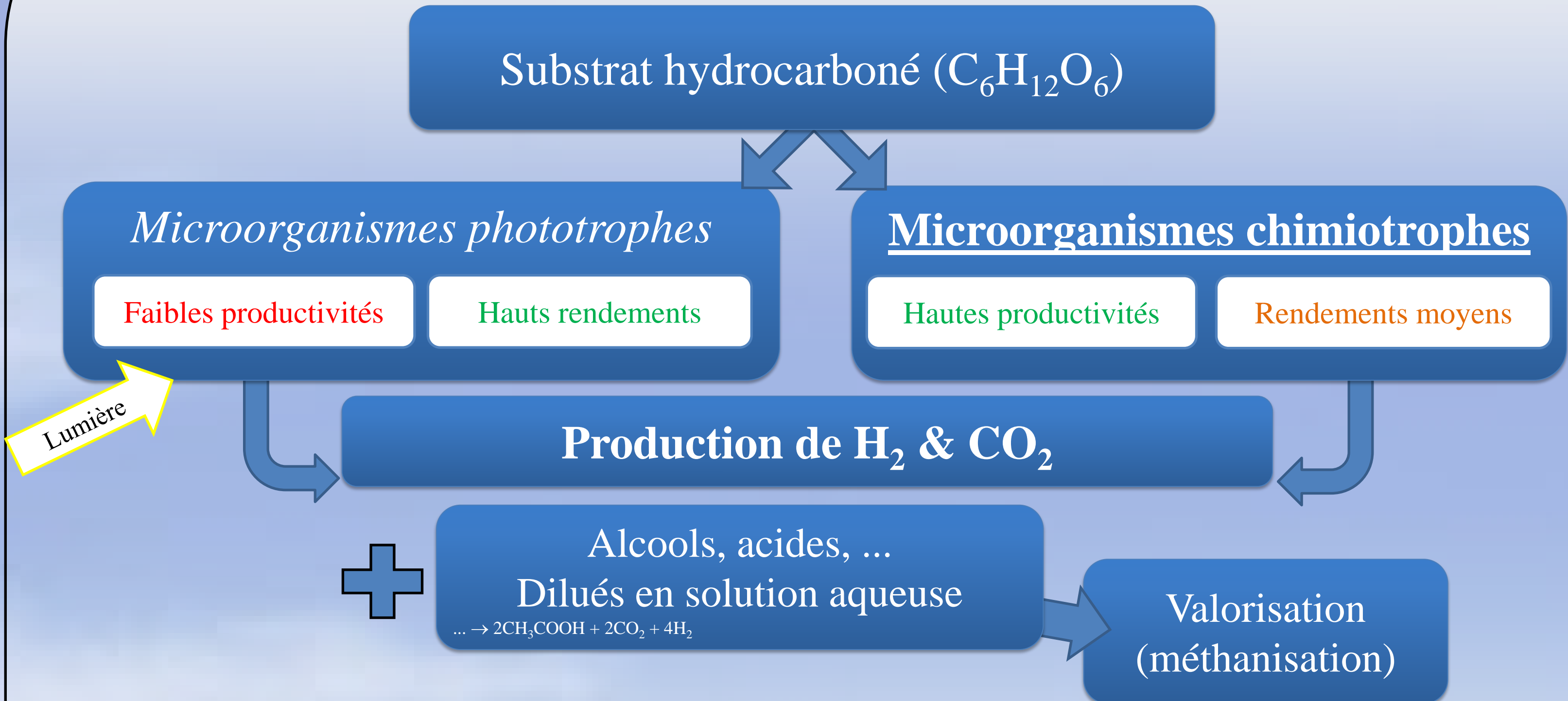
L'hydrogène (H_2) est largement considéré comme le vecteur énergétique du futur...

... mais il faut trouver des voies alternatives (vertes) de production!!!

Il existe deux voies de production de biohydrogène par des microorganismes:

Photo fermentation

Dark fermentation



La "dark fermentation" est plus adaptée pour la production de biohydrogène à grande échelle à partir de déchets liquides (productivité plus élevée, valorisation possible des effluents, ...).

Souches bactériennes:

Deux grandes catégories de microorganismes sont étudiées pour la « dark fermentation »:

Clostridium

Enterobacteries

Exemples:

Clostridium pasteurianum, *butyricum* ...

Enterobacter, *Citrobacter freundii* ...

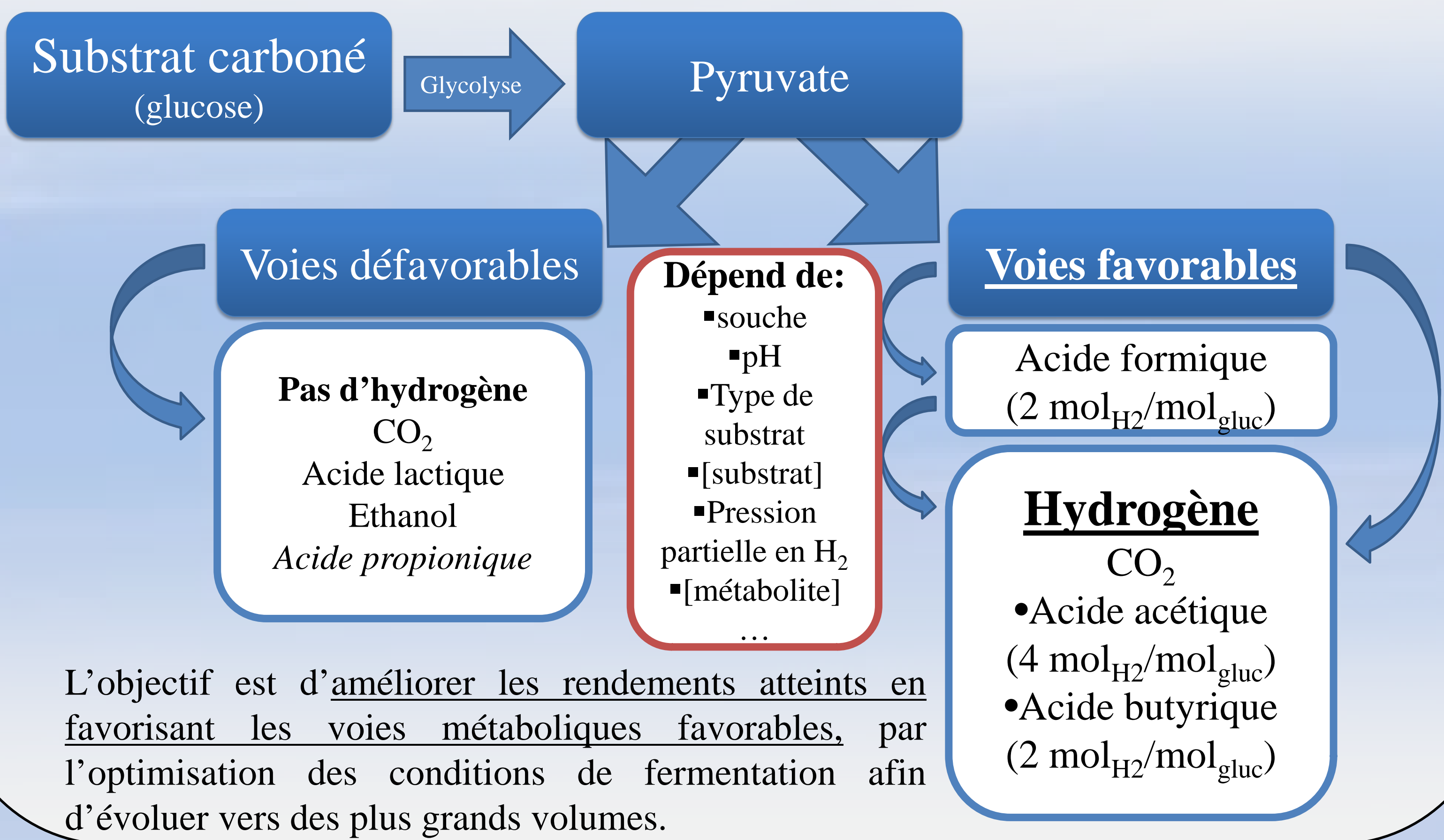


Caractéristiques intéressantes :

•Gram + •Bactérie sporulante ➢Avantage pour la sélection de souche •Anaérobie stricte ➢Totalement inhibée par l'oxygène •Haut rendement théorique maximum ➢ $4 \text{ mol}_{H_2}/\text{mol}_{\text{glucose}}$ •Bonnes productivités ➢ $80 \text{ mL}_{H_2}/\text{L}_{\text{milieu}}/\text{h}$	•Gram – •Non sporulante •Anaérobie facultative ➢Consommant naturellement l'oxygène du milieu •Faible rendement théorique maximum ➢ $2 \text{ mol}_{H_2}/\text{mol}_{\text{glucose}}$ •Excellentes productivités ➢ $150 \text{ mL}_{H_2}/\text{L}_{\text{milieu}}/\text{h}$
---	---

Au CWBI, l'étude de la production de biohydrogène se concentre sur **les bactéries du genre Clostridium** en raison des meilleurs rendements et de leur capacité à sporuler

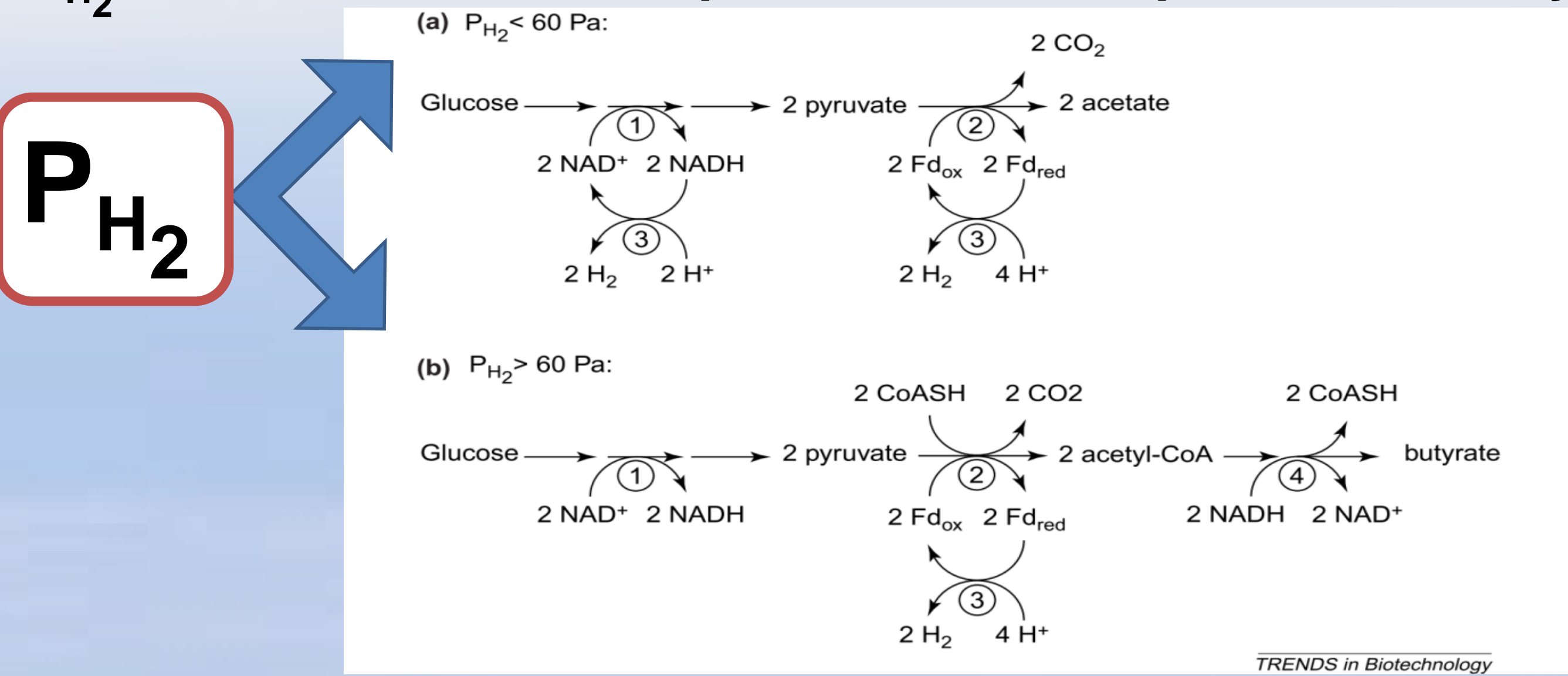
Différentes voies métaboliques existent:



L'objectif est d'améliorer les rendements atteints en favorisant les voies métaboliques favorables, par l'optimisation des conditions de fermentation afin d'évoluer vers des plus grands volumes.

Pression partielle en H_2 :

P_{H_2} : Un facteur essentiel pour favoriser la production d'hydrogène:



L'objectif est de diminuer la « pression partielle » dans le liquide, car l'hydrogène est inhibiteur de sa propre production. Un moyen d'action: augmenter le transfert d'hydrogène liquide-gaz:

Coefficient de transfert liquide
Fonction de l'état de mélange du milieu

Aire interfaciale spécifique

$$Q = \frac{k_L a}{H_e} (P_G - P_G^\circ)$$

Constante de Henry
Fonction de la nature du milieu

Potentiel de transfert
Fonction de la pression partielle en phase gazeuse

Conclusions

Les deux grandes familles de bactéries chimiotrophes productrices d'hydrogène sont les entérobactéries et les clostridies.

Au CWBI, les travaux se sont notamment focalisés sur :

- La sélection de souches bactériennes du genre *Clostridium* particulièrement productrices d'hydrogène
- La caractérisation et l'optimisation des conditions de culture (pH, température, concentration et type de substrat, source d'azote, ...)
- L'amélioration du design du bioréacteur notamment par l'immobilisation cellulaire permettant un fonctionnement stable et continu en augmentant le transfert d'hydrogène

Support:

Ce travail est soutenu par le FNRS (Fond National pour la Recherche Scientifique) dans le cadre d'une bourse de doctorat et fait partie d'un projet d'action concertée nommé "MicroH2" soutenu par la Communauté française de Belgique.

Bibliographie

- Beckers, L., Hiligsmann, S., Hamilton, C., Masset, J., Thonart, P. IN PRESS. Fermentative hydrogen production by *Clostridium butyricum* CWBI1009 and *Citrobacter freundii* CWBI952 in pure and mixed cultures. Biotechnologie Agronomie Société et Environnement, 14(S2), 393-400.
- Hamilton, C., Hiligsmann, S., Beckers, L., Masset, J., Wilmotte, A., and Thonart, P., 2010. Optimization of culture conditions for biological hydrogen production by *Citrobacter freundii* cwbi952 in batch, sequenced-batch and semicontinuous operating mode. Int. J. Hydrogen Energy, 35(3), 1089-1098.
- Masset, J., Hamilton, C., Hiligsmann, S., Beckers, L., Franck, F., and Thonart, P., 2010. Effect of pH on glucose and starch fermentation in batch and sequenced-batch mode with a recently isolated strain of hydrogen-producing *Clostridium butyricum* cwbi1009. Int. J. Hydrogen Energy, 35(8), 3371-3378.